

SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN DE NANOLÁTICES DE POLIACETATO DE VINILO PARA SU USO EN RECUBRIMIENTO DE TOMATES

Cortez, G. Y.¹; Flores, M.²; Reyes, A.²; Lira, H.¹; Rivera, C. C.¹ y Peralta, R. D.¹

¹Centro de Investigación en Química Aplicada. Boulevard Ing. Enrique Reyna H. No. 140, Saltillo, Coahuila, México 25253. rene@ciqa.mx

²Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Resumen

Se preparó nanolátex de poliacetato de vinilo (PVAc) mediante polimerización en microemulsión en un proceso semicontinuo utilizando persulfato de potasio (KPS) como iniciador y Aerosol-OT (AOT) como surfactante. Se logró obtener 42% de contenido total de polímero, con tamaños de partículas de 45 nm y masas molares de 5.9×10^5 Da y 8.1×10^4 Da promedio en peso y promedio en número, respectivamente. El polímero presentó una distribución de masas molares multimodal. El nanolátex se utilizó para recubrir tomates que presentaban un grado de madurez “turning” según la escala visual de color de USDA Visual Aid los cuales fueron lavados, secados y pesados antes de ser recubiertos con PVAc, para posteriormente ser almacenados a condiciones controladas (21° C y 60% humedad relativa) y a condiciones ambientales. A los tomates se les realizaron determinaciones de pérdida de peso observándose diferencias significativas entre los tomates recubiertos con poliacetato de vinilo y los no recubiertos; no se encontraron diferencias significativas en firmeza y tasa de respiración donde los tomates recubiertos y almacenados en condiciones controladas mostraron la menor velocidad de respiración. Estos parámetros se determinaron a los siete y catorce días de almacenamiento.

Introducción

La mayor parte de los polímeros que utilizamos en nuestra vida cotidiana son materiales con una gran variedad de propiedades y aplicaciones las cuales dependen de sus propiedades físicas y químicas. Debido a esto los polímeros tienen infinitas aplicaciones que van desde su empleo en la construcción de casas, muebles, coches, ropa, hasta su uso en la medicina (biopolímeros) como prótesis además de ser utilizados como empaques y películas para proteger alimentos.

Una película de polímeros utilizada para proteger alimentos se define como una capa delgada colocada sobre ellos sin presentar riesgos para el consumidor⁽¹⁾. En la actualidad hay un creciente interés por el desarrollo de las películas comestibles debido a que conservan los alimentos y facilitan su consumo. Los alimentos se van deteriorando con el paso del tiempo por la acción de organismos vivos, o por la acción físico-química del entorno (temperatura, humedad relativa, etc.) o por la actividad biológica del mismo alimento. Las películas comestibles se elaboran a partir de una gran variedad de componentes que crean un ambiente modificado en el interior del fruto y retardan el proceso de maduración. Entre los factores a considerar para fabricar estas películas se incluyen la selección del tipo y concentración de los materiales usados para la formulación, las técnicas de preparación, durabilidad y adherencia entre otras.

El PVAc es un polímero sintético que ha sido utilizado como ingrediente en chicle⁽²⁾. Se han encontrado reportes ⁽³⁾ de la aplicación de PVAc sobre frutas cítricas,

además de que existen patentes sobre el uso de este polímero para recubrir fármacos de liberación controlada ⁽⁴⁾. El PVAc se puede aplicar sobre la fruta sumergiéndola, rociándola o cepillándola. En este trabajo se reportan los resultados de la preparación y caracterización del PVAc preparado mediante polimerización en microemulsión en un proceso semicontinuo y de su aplicación para recubrir tomates y estudiar su efecto sobre algunas características sensoriales y nutritivas del fruto.

Sección Experimental.

El acetato de vinilo (VAc) de Aldrich (pureza mayor al 99 %) se purificó utilizando procedimientos comunes. Se utilizó 1% de persulfato de potasio con respecto al monómero ($K_2S_2O_8$, KPS) con una pureza de 99.99 % (Aldrich) para iniciar la reacción. Como agente tensoactivo se utilizó el bis(2-etilhexil) sulfosuccinato de sodio (AOT) el cual se adquirió de Fluka con una pureza mayor de 98 % y se utilizó tal y como se recibió. La solución micelar se preparó en el reactor en una relación de 1:99 de AOT:agua desionizada.

Las reacciones se llevaron a cabo en un reactor de vidrio de 250 mL a una temperatura de 60° C. Se agregó un 3% de monómero para iniciar la reacción por lotes y posteriormente se adicionó un 39% más de acetato de vinilo por espacio de tres horas con la ayuda de una bomba de adición (Kd Scientific modelo 200, USA). El diámetro de partícula fue determinado en un dispersor de luz cuasielástica (QLS) Malvern 4700 equipado con un láser de argón (de longitud de onda, $\lambda = 488$ nm) y se determinó el diámetro de partícula promedio intensidad (D_z). Las mediciones de D_z se hicieron enseguida de la toma de muestras. La determinación de las masas moleares se hizo por cromatografía de permeación en gel (GPC), con un equipo HP serie 1100 acoplado con el “software” PL GPC (Polymer Laboratories). Una vez obtenido el látex se procedió a recubrir los tomates, los cuales fueron previamente lavados, secados y pesados. Los frutos recubiertos fueron almacenados por catorce días en condiciones controladas (21°C y 60% humedad relativa) y en condiciones ambientales. Estos tomates tenían un grado de madurez denominado “Turning” en donde el tomate presenta entre 10 y 30% de su superficie los colores amarillo bronceado rosado y rojo, según la escala visual USDA Visual Aid (The California Tomato Board, 1975). Los tratamientos dados a los tomates fueron los siguientes: recubiertos en condiciones controladas (RCC), no recubiertos en condiciones controladas (NRCC), recubiertos en condiciones ambientales (RCA) y no recubiertos en condiciones no controladas (NRCA). Las determinaciones que se realizaron a los tomates a los siete y catorce días de almacenamiento fueron pérdida de peso con una balanza analítica (Mettler Toledo AG204), firmeza por medio de un penetrómetro manual marca EFFEGI y la tasa de respiración del tomate se llevó a cabo en un analizador CO_2/H_2O LI-COR.

Resultados y Discusión

Las polimerizaciones en microemulsión en un proceso en semicontinuo se hicieron con el fin de aumentar el contenido de polímero (sólidos) en el látex final lográndose un total de 42%. Al final del agregado del monómero y del tiempo de reacción, el látex tiene un aspecto lechoso como resultado del incremento en la densidad y tamaño de las partículas de PVAc. La Figura 1 muestra una curva típica de conversión vs. tiempo para una polimerización en microemulsión en un proceso semicontinuo. Los diámetros de partícula promedio intensidad obtenidos, al alcanzar la conversión final, fueron de 45 nm con un

índice de polidispersidad de 1.19 y los pesos moleculares del PVAc promedio número, M_n , y promedio en peso, M_w , fueron 8.1×10^4 Da y 5.9×10^5 Da, respectivamente, presentando una distribución multimodal de los mismos, como se puede observar en la Figura 2.

En cuanto a los resultados obtenidos de pérdida de peso se observó que el tratamiento RCC a los siete y catorce días de almacenamiento presentó menor pérdida de peso que los demás tratamientos, existiendo diferencias significativas, como se puede observar en la Figura 3; en cuanto a firmeza no existió diferencia significativa entre los cuatro tratamientos (Tabla 1) y la tasa de respiración de los tomates del tratamiento RCC a los siete y catorce días de almacenamiento mostraron menor producción de CO_2 lo cual nos indica menor grado de madurez que el resto de los tratamientos (Tabla 2).

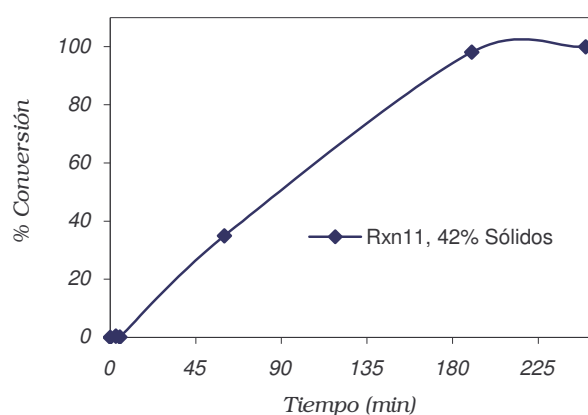


Fig. 1. Curva de conversión vs. tiempo de la polimerización en microemulsión del acetato de vinilo en un sistema en semicontinuo. Contenido final de sólidos: 42%.

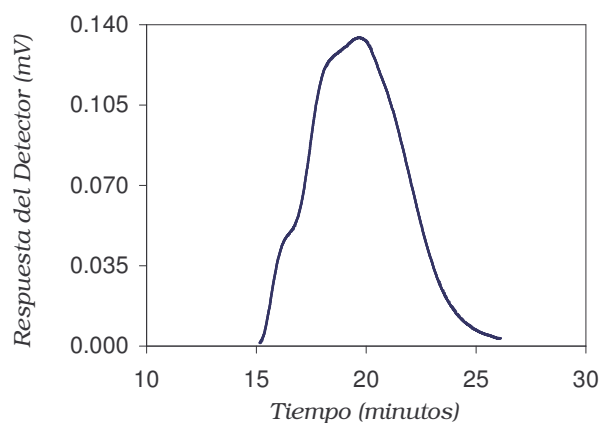


Fig. 2. Cromatograma de la distribución de masas molares del PVAc a conversión final (42% de sólidos).

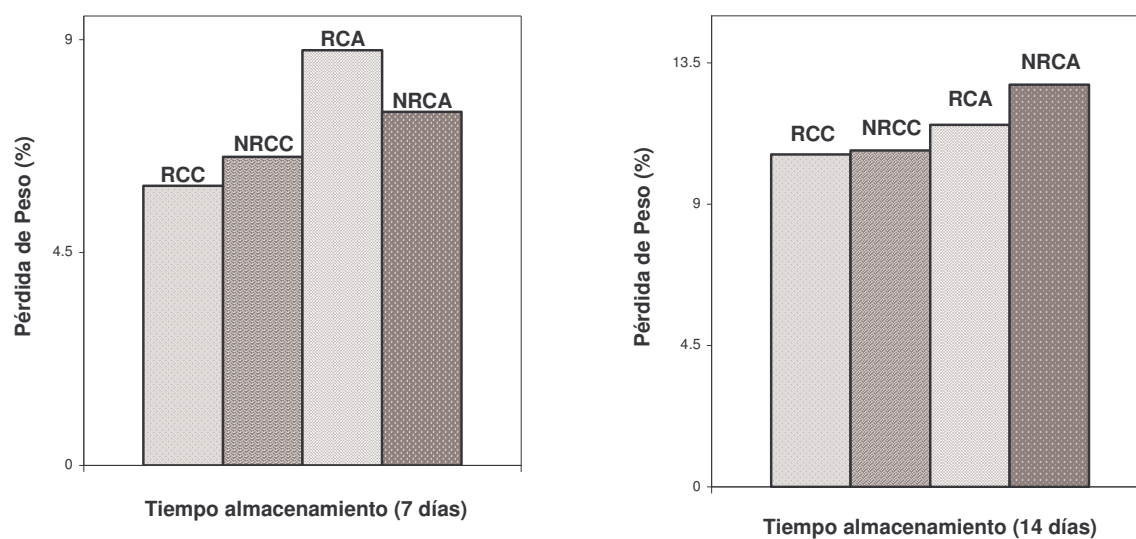


Fig. 3. Gráficos de pérdida de peso en los diferentes tratamientos vs tiempo de almacenamiento.

Tabla 1. Resultados obtenidos en cuanto a firmeza de los tomates en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio (kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)
Siete días		
Condiciones Iniciales	2.80 a ¹	± 0.44
R. C. C.	2.52 a, b	± 0.40
N. R. C. C	2.45 a, b	± 0.48
R. C. A.	2.22 b	± 0.33
N. R. C. A.	2.44 b,	± 0.44
Catorce días		
R. C. C.	2.30 b, c	± 0.57
N. R. C. C	2.52 a, b	± 0.37
R. C. A.	2.65 a, b	± 0.24
N. R. C. A.	1.63 b, c	± 0.39

¹Los tratamientos con letras iguales en el sentido de las columnas no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$).

Tabla 2. Velocidad de respiración de los tomates.

Respiración	
Siete días.	
Tratamiento	mL CO ₂ / kg fruto · h
Condiciones Iniciales	160.05
R. C. C.	249.82
N. R. C. C	276.34
R. C. A.	292.05
N. R. C. A.	300.27
Catorce días.	
R. C. C.	190.16
N. R. C. C	226.82
R. C. A.	203.86
N. R. C. A.	215.10

Conclusiones

Se logró obtener látex con un 42% de contenido de polímero, partículas con diámetros promedio de 45nm y pesos moleculares promedio número (M_n) de 8.1×10^4 Da y promedio en peso (M_w) de 5.9×10^5 Da. La distribución de los pesos moleculares fue multimodal. Se observó que el recubrimiento con el PVAc disminuyó la pérdida en peso significativamente, no existieron diferencias significativas para las pruebas de firmeza y se registró una velocidad de respiración menor que la de los tomates sin recubrir, lo cual también indica menor grado de madurez. Estos resultados indican que el PVAc puede ser un recubrimiento comestible efectivo para prolongar la vida útil del tomate.

Referencias

- 1 S. Gilbert; *Technology and Application of Edible Protective Films*. "Food packaging and preservation". *Theory and practice*. Elsevier Applied Science Publishing Co. London. (1986).
- 2 Koch, Edwin; Glass, Michael, No. USO4357355, 1982.
- 3 R. D. Hagenmaier; K. Grohmann; *Journal of Food Science*, 1999, 64 (6).
- 4 Lofroth, Jan-Erik; Schantz, Staffan; Welin, Anders; Hjartstam, Lars Johan Pontus de Verdier, 6,827, 947, Astra Zeneca , 2003.